

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-032219

(43)Date of publication of application : 04.02.1992

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
G03F 9/00

(21)Application number : 02-137017

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 29.05.1990

(72)Inventor : TAKAKURA SHIN
IMAIZUMI MASAOKI
UZAWA SHIGEYUKI

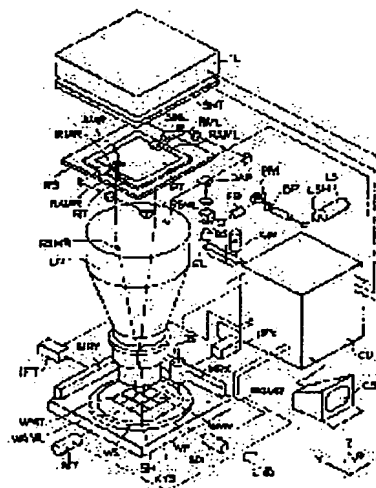
(54) ALIGNMENT METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To increase a measurement accuracy by a method wherein the parameters of a mark signal to be processed are so determined as to get the best measurement accuracy of the mark signal based on the fact that the change of the parameters of the observed mark signal which is to be processed leads to a very small change in the measurement accuracy of the mark signal and then an alignment is conducted using the determined parameters.

CONSTITUTION: A reticle RT is carried onto a reticle stage RS by a carrier hand system to be set on the reticle stage RS and a wafer WF is carried onto a wafer stage WS by the carrier hand system to be secured on the wafer stage WS by vacuum suction.

With wafer alignment marks WAML and WAMR moved onto an XY stage, the wafer is photographed through an off-axis scope OS and is roughly aligned. Next, an alignment mark of a shot SH to be observed by the wafer WF is carried to a site below a projection lens according to the values measured the XY stage XYS and interferometers IFX and IFY to be held at a site where it can be observed with a camera CM. Then, the alignment mark is observed, the measurement parameters are optimized and an alignment is made by using the best set of the parameters.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-32219

⑮ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)2月4日

H 01 L 21/027
G 03 F 9/00

H

7707-2H
2104-4M

H 01 L 21/30

3 1 1 M

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全11頁)

⑭ 発明の名称 位置合わせ方法

⑯ 特 願 平2-137017

⑰ 出 願 平2(1990)5月29日

⑱ 発 明 者 高 倉 伸 神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キヤノン株式会社
小杉事業所内
⑲ 発 明 者 今 泉 昌 明 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
⑲ 発 明 者 鶴 澤 繁 行 神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キヤノン株式会社
小杉事業所内
⑳ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
㉑ 代 理 人 弁理士 伊 東 哲 也 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

位置合わせ方法

2. 特許請求の範囲

(1) 所望の位置に基板上の複数の領域を順にアライメントするために、前記基板上の複数の領域のマークを検出し、この検出されたマーク信号を信号処理することにより、マーク位置を精密に検出し、マーク位置に従ってアライメントする位置合わせ方法において、あらかじめ前記基板あるいは前記基板と同様の状態を有する基板のいくつかの領域のマークを、前記マーク信号の信号処理における処理パラメータを最適にフィッティングすることを目的として観察し、観察されたマーク信号の前記処理パラメータを変化させることにより得られるマーク信号の計測精度に関わる特徴量の変化より、計測精度を最良にするように前記処理パラメータを決定し、その後前記決定されたバ

ラメータを用いてアライメントを行うことを特徴とする位置合わせ方法。

(2) 前記マークを観察し、観察されたマーク信号の前記処理パラメータを変化させることにより得られるマーク信号の計測精度に関わる特徴量として、前記マークの複数の部分での、各々の計測位置の、マーク設計値からの相対的なばらつきを尺度とし、そのばらつきが小さい程マーク信号の計測精度が良好であると判断することの特徴とする特許請求の範囲第1項記載の位置合わせ方法。

(3) 前記マークを観察し、観察されたマーク信号の前記処理パラメータを変化させることにより得られるマーク信号の計測精度に関わる特徴量として、同一位置での前記マークの繰り返し計測のばらつきの程度を尺度とし、そのばらつきが小さい程マーク信号の計測精度が良好であると判断することの特徴とする特許請求の範囲第1項記載の位置合わせ方法。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、所望の位置に基板上の複数の領域を順にアライメント（位置合わせ）する位置合わせ方法に関し、特に、半導体製造用のステップアンドリビートタイプの露光装置において、半導体ウエハ上のショット領域に関連する位置を計測し各ショットをアライメントする位置合わせ方法に関する。

[従来の技術]

従来、半導体製造用のステップアンドリビートタイプの露光装置、すなわちステッパーにおいて、半導体ウエハ上のショット領域に位置合わせする方法は、例えば本出願人（キヤノン株式会社）の特開昭63-232321号公報に開示されている。

この位置合わせ方法は、ウエハ上のショット領域に関連する位置を計測するだけで、レチクルに関連する位置にウエハ上の全てのショット領域

[課題を解決するための手段および作用]

本発明は、上述の目的を達成するために、計測マークを形状の変化に対して、あらかじめ、計測マークを観察し、計測処理パラメータを変化させた時の計測精度に関連する特徴量としてマークの異なるいくつかの部分でのマーク位置の計測のばらつきの程度を採用し、ばらつきの程度が最も小さくなるような処理パラメータを、計測マークを最も精度良く検出するような処理パラメータと決定することにより、アライメントレウエハを焼付けなくとも処理パラメータをフィッティングすることが可能となり、アライメント精度を向上させることが可能となる。

さらに、本発明は、計測パラメータ変化させマークを観察する際に、マークを複数回計測しその計測ばらつきを、計測処理パラメータを変化させた時の計測精度に関連する特徴量とすることにより、アライメントレウエハを焼付けなくとも処理パラメータをフィッティングすることが可能となり、アライメント精度を向上させることが可能と

を、高精度にアライメントすることができ、極めて優れたものである。

[発明が解決しようとする課題]

しかしながら、半導体ウエハが種々のプロセスから生成され、その際、ウエハ下地の物質、マーク段差、感光材（レジスト）のカバーリングの変化によって各プロセスにおけるアライメントマークは種々の変化をする。従来の位置合わせ方法では、処理パラメータは固定されていた。従って上記のような、アライメントマークの変化に対して必ずしも最適のパラメータとはなっていなかった。

本発明は、このような事情に鑑みなされたもので、その目的は、例えば本発明が半導体製造用のステップアンドリビートタイプの露光装置に適用された場合には、半導体ウエハ上の計測マークの位置計測の際に計測精度を更に向上させることである。

なる。

[実施例]

以下、本発明を図にした実施例に基づいて詳細に説明する。

第1図は、本発明に係わるステップアンドリビートタイプの半導体製造用露光装置の一実施例を示す。この図において、RTは半導体素子製造用のパターンPTが形成されているレチクル、WFは多数のショットSHを有する半導体ウエハ、LNはレチクルRT上のパターンPTをウエハWFの一つのショットSHに縮小投影する投影レンズ、CUはステッパ全体を制御する制御ユニット、CSは位置合わせデータや、露光データなどの必要な情報を制御ユニットCUに入力するためのコンソールである。

制御ユニットCUは、複数のコンピュータ、メモリ、画像処理装置、XYステージ制御装置などを有している。また、撮像装置CMの画像出力から、撮像しているマークの位置ズレ量、および特

微量を検出するために、第2図に示す如く、撮像装置CMからの各画素信号を量子化するA/D変換装置21、A/D変換装置21からの量子化された画素信号を所定方向に積算する積算装置22、積算装置22で積算された信号からマークの位置ズレ量を検出する位置検出装置23を有している。

この構成については後ほど詳細に説明する。

レチクルRTは、制御ユニットCUからの指令に従い、X、Y、θ方向に移動するレチクルステージRSに吸着保持されている。レチクルRTはレチクルRTを投影レンズLNに対して所定の位置関係にアライメントする際に使用されるレチクルアライメントマークRAMR・RAMLとレチクルRTとウエハWF上のショットSHの位置関係を検出する際に使用されるレチクルマークRM R・RMLを有している。

レチクルセットマークRSMR・RSM Lは投影レンズLNに対して所定の位置関係となるように、投影レンズLNの鏡筒に固定された部材上に

よって制御ユニットCUから指令された位置に移動する。

制御ユニットCUは移動終了後もレーザ干渉計IFX・IFYの出力に基づいてXYステージXYSを指定位置に保持する。

ウエハWF上には、既に前の露光工程により、多数のパターン(ショットSH)が概略X、Y方向に並んで形成されていると共に、ウエハアライメントマークWAML・WAMRが形成されている。また、各ショットSHにはウエハマークWML・WMRが設けられている。第1図に戻って、OSはウエハWF上のウエハアライメントマークWAML・WAMRのXY座標上の位置を検出するために、ウエハアライメントマークWAML・WAMRを撮像するオフアクシススコープである。オフアクシススコープOSは投影レンズLNに対して所定の位置関係を維持するように強固に固定されている。

ILは投影レンズを介してレチクルRTのパターンPTをウエハWFのショットSHに焼付ける

形成されている。投影レンズLNに対するレチクルRTのアライメントは、マークRAMRとマークRSMRの組とマークRAMLとマークRSM Lの組を撮像装置CMで重ねて撮像し、この時の画像出力から検出される両者の位置ズレ量が所定の許容値内となるように、レチクルステージRSを制御ユニットCUが移動させて行われる。

ウエハWFはウエハステージWSに吸着保持されている。ウエハステージWSはXYステージXYSに対してウエハWFをZ、θ方向に移動する。

MX・MYは、XYステージXYSをX、Y方向に移動するためのモータである。

MRX・MRYは、XYステージXYSに固定されているミラーである。

IFX・IFYはレーザ干渉計である。

ウエハWFをX、Y方向に移動するためのXYステージXYSは、レーザ干渉計IFX・IFYというミラーMX・MYによってXY座標上の位置が常に監視されると共に、モータMX・MYに

際、焼付け光でレチクルRTを照明するための照明装置である。

SH Tは焼付け時の露光量を制御するためのシャッタで、これらも制御ユニットCUからの指令に従って動作する。

LSは焼付け波長と略同じ波長のレーザ光を発生するレーザ光源であり、投影レンズを介したレチクルRTのパターンPTとウエハWFのショットSHの位置ズレ量を検出するために、撮像装置CMがレチクルマークRMLとウエハマークWMLの組で各マークを重ねて撮像する際、各マークを照明するために利用される。

レーザ光源LSからのレーザ光は、拡散板DPで拡散・平滑化された後、各マークの照明光として利用される。

LSHは、レーザ光が不要なとき、例えばXYステージXYSをステップ移動しているとき、レーザ光源LSからのレーザ光がウエハWFに到達しないようにレーザ光を遮断するためのシャッタである。

このような構成による位置ズレ量の検出は以下のようになる。なお、以下の説明では、第1図に矢印で示す正面方向に関して、右手方向を右方向、左手方向を左方向と呼ぶ。

レーザ光源LSから射出されたレーザ光は、拡散板DPによって拡散された後、ポリゴンミラーPMによって走査される。この後、fθレンズFθによって等速走査に変換され、ビームスプリッタBSを通り、ダハプリズムDAPにより左右に分割される。左方向に分割されたレーザ光は、右対物ミラーAMRによってレチクルRT上方からレチクルマークRMRを含む領域に照射される。

レチクルRTを透過したレーザ光は、縮小投影レンズLNから、ショット右側のウエハマークWMRを含む領域に照射される。ウエハマークWMRを含む領域からの反射光は、前記と逆の光路をたどって投影レンズLN、レチクルマークRNRを含む領域を経た後、ダハプリズムDAPに達する。同様にダハプリズムDAPによって右方向に分割されたレーザ光も左対物ミラーAMLからレ

チクルマークRMLを含む領域に照射された後、同様の光路を通りウエハマークWMLを含む領域からの反射光がダハプリズムDAPに戻る。ダハプリズムDAPにて左右のレーザ光がそろえられた後、ビームスプリッタBSを通過し、エレクトラELで拡大されて、第3図に示す画像として撮像装置CMの撮像面に結像される。撮像装置に結像されるウエハマークWML・WMRの像はその撮像面で所定の倍率となるようにエレクトラELなどで拡大されている。また撮像装置CMは、例えば、ITVカメラや2次元イメージセンサなどの光電変換装置であり、結像したレチクルマークRSL・RSRとウエハマークWML・WMRの像を2次元の電気信号に変換する。

第3図は撮像装置CMに結像したレチクルマークRSL・RSRとウエハマークWSL・WSRを含む領域の説明図である。この図では、以降の説明のために、先に説明したレチクルマークRML・RMRとウエハマークWML・WMRのそれぞれを更に詳細に規定している。この図におい

て、レチクルマークRMLはRML_x・RML_yと示され、レチクルマークRMRはRMR_x・RMR_yと示される。第3図の左半分は、ショットSHの左側のマークWML_x・WML_yとレチクルRTの右側のマークRML_x・RML_yの像を示し、右半分はショットSHの右側のマークWMR_x・WMR_yとレチクルRTの左側のマークRMR_x・RMR_yの像を示す。

第3図でレチクルマークRML_x・RML_y・RMR_x・RMR_yの像が黒く見えるのは、ウエハWFからの反射光によりレチクルRTを裏面から照明し、その透過光を撮像装置CMが撮像しているためである。

撮像装置によって2次元の電気信号に変換された画像は、第2図に示すA/D変換装置21によってデジタル化、例えば2値化され、撮像面の各画素の位置に対応したXYアドレスをもつ画像メモリに格納される。画像メモリに格納された画像の内容は第4図の横方向にXアドレス(座標)、縦方向にYアドレス(座標)をふったものに相当

する。

ズレ量計測は第3図の4組のマーク画像について各々独立に行われる。

即ち、レチクルマークRML_xとウエハマークWML_xの画面内位置の差から対物ミラーAMLを介した左視野X方向のズレ量D1_xを、レチクルマークRML_yとウエハマークWML_yから同様に左視野Y方向のズレ量D1_yを各々求めている。同様に、レチクルマークRMR_xとウエハマークWMR_xから対物ミラーAMRを介した右視野X方向のズレ量D2_xを、同様にレチクルマークRMR_yとウエハマークWMR_yから右視野Y方向にズレ量D2_yを各々求めている。各々のズレ量計測は、XY座標での計測値の差こそあれ、それ以外は同様であるため、以後左視野X方向の計測を例にとって説明する。

第4図(a)は第3図の左側上部の一組のマークRML_x・WML_xを表す。ショットSH内のパターンとレチクルRTのパターンPTの重ね合わせにおいて、前述の各組のマークは、正確にバ

ターンの重ね合わせが行われたときに、相対ズレ量が0になるように設計されている。即ち、第4図(a)において、レチクルマークRML_xの左マーク成分の撮像面内位置をPRL、右マーク成分に撮像面内位置をPRR、ウエハマークWML_xの撮像面内位置をPWMとすれば、ズレ量D1_xは、

$$D1_x = PWM - (PRL + PRR) / 2$$

となる。

次にこの各位置PRL、PRR、PWMの算出方法について述べる。第4図(a)のW_k(k=1~n)は撮像面上で設定される2次元ウィンドウを表す。

第2図に示す積算装置22は、この2次元のウィンドウW_kの各々で、ズレ量を検出する方向(この場合はX方向)に直角な方向(この場合はY方向)にA/D変換装置21からの各画素値を積算し、1次元の積算波形S_k(x)を得る。画像メモリ上の画素データ値をP(X, Y)としウィンドウW_kのY方向の範囲をY_{k1} ≤ Y ≤ Y_{k2}とす

ればS_k(x)は、

$$S_k(x) = \sum_{Y=Y_{k1}}^{Y_{k2}} P(X, Y)$$

と表される。実際には、第4図(a)に示すようにn個のウィンドウW_kを設定し、各々のウィンドウW_kに関して第4図(b)に示すような投影積算波形を得ている。撮像した画像においては、レチクルマークRML_xおよびウエハマークWML_xのエッジ信号部分は、他の分野に比べてコントラストが急激に変化するため、積算波形S_k(x)は積算方向に直角な方向(X方向)のコントラストが強調され、S/Nが高められるので、外信号部分には急峻なピークや落込みが観測される。

第2図に示す位置検出装置23は、上述の積算波形S_k(x)から各々マーク位置PRL、PRR、PWMを検出している。位置検出装置23においては、第4図(b)の各積算波形S₁(x)~S_n(x)について同一の処理が行われている。以下の説明では、任意の積算波形S

(x)を例にとっている。マーク位置検出は、レチクルマーク位置PRL、PRRの検出処理とウエハマーク位置PWMの位置検出とに分けられている。また、その各マーク位置の検出処理は、粗位置を求める処理と精密位置を求める処理とに分けられている。

粗位置を求める処理は、ウエハマーク位置検出、レチクルマーク位置検出とも、テンプレートマッチング法を用いている。まず、ウエハマークWML_xの位置PWMの検出を説明する。積算して得られた理想波形を第5図(a)に示すS(x)とし、テンプレートを第5図(b)に示すP(x)とすると、下式で示すマッチング評価式により、任意の点x_kにおけるマッチング度E(x_k)が得られる。

$$E(x_k) = \sum_i (S(x_{k+i}) - P(i))^2$$

$$i = \{ i \mid -c-w/2 \leq i \leq -c+w/2 \cup -c-w/2 \leq i \leq c+w/2 \}$$

上式中のパラメータc、wはテンプレートの有効

範囲を意味し、cは有効範囲の中心、wは有効範囲の幅を表したものになっている。任意の点x_kに対するマッチ度E(x_k)の値は、第5図(c)に示すようにウエハマークWMLの粗位置にピークを持つこととなる。

マッチ度E(x_k)がピークとなるx_k座標値をx_p、その時のピーク値をピークマッチ度E(x_p)とする。実際には、半導体製造工程あるいはレジスト膜厚などの影響で、積算波形がS(x)のようになるとは限らない。このため、現実には数種類のテンプレートを用いて、同様の処理を行い、各々のマッチ度を計算して最大のものを採用するマルチテンプレート法を用いている。第5図(b)以外の代表的なテンプレートを第5図(d)から(f)に示す。精密なマーク位置検出は、採用したマッチ度関数E(x_k)に付いて、位置x_pを中心とする数点の重心計算により決定している。或は、E(x_k)を曲線近似し、近似曲線のピーク値から決定してもよい。

レチクルマークRML_xの各マーク成分の位置

PRL、PRRの粗検出処理も同様なテンプレートマッチング処理である。テンプレートマッチング処理で2本のレチクルマークの中心位置を求めた後、左右各々のレチクルマーク位置を、検出した2本のレチクルマークの中心位置より、各々のレチクルマークの位置を粗く求めた後、算出された粗位置まわりに積算波形 $S(x)$ の重心計算を行う。

位置検出装置23は、このようにして各ウィンドウ W_k ごとに第4図(b)に示すレチクルマーク位置 PRL_k 、 PRR_k とウエハマーク位置 PWM_k を求めた後、各ウィンドウ W_k ごとにレチクルマーク RML_k とウエハマーク WML_k の位置ズレ量 D_{Rk} の平均値を、以下の式で示すように、レチクルマーク RML_k とウエハマーク WML_k の位置ズレ量 D_{Rk} として求める。また、同様な処理により、レチクルマーク RML_k とウエハマーク WML_k の各ウィンドウ W_k ごとの位置ズレ量 D_{Rk} から位置ズレ量 D_{Rv} を、レチクルマーク $RM R_k$ とウエハマーク $WM L_k$ の各ウィン

ドウ W_k ごとの位置ズレ量 D_{Rk} から位置ズレ量 D_{Rv} を、レチクルマーク $RM R_k$ とウエハマーク $WM R_k$ の各ウィンドウ W_k ごとの位置ズレ量 D_{Rk} から位置ズレ量 D_{Rv} を求める。

$$D_{Rk} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n D_{Rk}$$

$$D_{Rv} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n D_{Rv}$$

$$D_{Rk} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n D_{Rk}$$

$$D_{Rv} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n D_{Rv}$$

次に、マーク計測のパラメータの最適化の方法について説明する。

計測のパラメータとしては、例えば、各ウィンドウにおける積算幅 $(Y_{k2} - Y_{k1})$ やテンプレート形状、テンプレート有効範囲 (c, w) などがあるが、ここでは、精度に関して主な要因となるテンプレート有効範囲を調整している。

半導体製造の各プロセスで、変化するアライメ

ントに関する主な要因の1つにアライメントマークの線幅変動がある。これは、アライメントマークの転写時にマーク部分をエッチングするか、マーク以外の部分をエッチングするかによる、凸凹形状に変化、あるいはエッチングの程度、または、マークの上にカバリングされる物質の有無により変動するものである。例えば、第6図(a)はマーク部分61をエッチングし、A&62をスパッタリングにより蒸着した場合のマーク断面であるが、この場合明らかに、レチクルより転写された線幅よりも内側にエッジが現れ、マークのエッジ位置が狭くなっていることが分かる。一方第6図(b)はマーク以外の部分をエッチングし、A&62を蒸着した場合を示しているが、この場合には、レチクルにより転写された線幅よりも広い位置にマークのエッジが現れることがわかる。このような線幅の変化は、そのマークの形成されるプロセスによっては、大きくなる場合がある。その場合、マークのエッジ信号が出現する位置が変動し、固定したテンプレート有効幅からエッジ

信号部分が外れることにより S/N の低下が発生する。言い替えれば、 S/N 的に最適なパラメータは、エッジ信号部分を過不足なく捉えることであると云ってもよい。

上記 S/N の観点から最適なパラメータを設定する場合の評価尺度としては、定常ランダムなノイズの影響を強く受ける、マークの異なった部分を計測した際の計測ばらつきを採用することが可能である。つまり、一般には、定常ランダムなノイズの影響が大きくなるほどこれらの計測値のばらつき即ち分散は大となる傾向があるという特徴があるからである。

第7図はパラメータの最適化部分を説明する図である。第7図の撮像装置CM、A/D変換装置21、積算装置22、位置検出装置23はマーク検出部分と同様である。第7図71はパラメータセット発生装置であり、テンプレート有効範囲を意味ある範囲で変化させたパラメータの組を網羅的に発生させて位置検出装置に渡している。第7図72は特徴量抽出装置であり、ここで、各ウィ

ンドウ W_k ごとの位置ズレ量 D_{sxk} 、 D_{syk} 、 D_{rxk} 、 D_{ryk} の分散を

$$\sigma_{sx} = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (D_{sxk} - D_{sx})^2$$

$$\sigma_{sy} = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (D_{syk} - D_{sy})^2$$

$$\sigma_{rx} = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (D_{rxk} - D_{rx})^2$$

$$\sigma_{ry} = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (D_{ryk} - D_{ry})^2$$

で求めパラメータの組とそのウインドウ間の位置ズレ量の分散値を保持する。次にパラメータ発生装置 71 が新しいパラメータの組を発生させ、位置検出をした後、特徴抽出装置が新しいパラメータの組と上記分散値を保持する。上記のループをパラメータ発生装置が新しいパラメータを発生し終るまで繰り返し、最終的にはこれらのパラメータに組の中で最も分散の小さい組を最適なパラメータとして出力する。

容易にわかるように、パラメータ発生装置 71

等高線グラフである。第 9 図 (b) の 91 に示すように、分散が最小を示す位置があり、その位置のパラメータの組が S/N 的には最適であることを示している。また、第 10 図 (a) は別の線幅の異なるパターンの積算波形の例を示している。第 10 図 (b) は第 9 図 (b) と同様に分散値の変化を表した等高線グラフであるが、この場合、101 に示すように線幅の変化により分散の極小値を示す位置が第 9 図 (b) の場合と異なっており、最適なパラメータの組が変化したことを示している。

次にこのような本実施例の位置合わせの手順を説明する。まず、レチクル RT を不図示の搬送ハンド機構によってレチクルステージ RS 上に送り込みセットし、ウエハ WF を不図示の搬送ハンド機構によってウエハステージ WS 上に送り込み、真空吸着によりウエハステージ WS 上に固定する。ウエハはウエハアライメントマーク $WAML$ と $WAMR$ を XY ステージに移動させ、オフアクシススコープ OS を介し撮像され、粗く位置合わ

では、網羅的にパラメータを発生させずに、評価値である分散値をフィードバックすることで、いわゆる山登り探索的な手法でパラメータを発生させ極小値を求めてもほぼ同様な効果が得られる。

また、ショット SH とレチクル RT の回転角 θ が大きく、第 8 図 (a) に示すようにウエハマーク WML_s がレチクルマーク RML_s に対して大きく傾いている場合には、ズレ量は第 8 図 (b) に示すようにウインドウ W_k の位置に依存したものになり、その分散は各ウインドウの計測値の誤差が小さい場合でも大きくなってしまふ。そこでこのようにウエハマークが回転している場合は、分散の代わりにウインドウ W_k の各々の位置に対するズレ量を直線近似した際の最小自乗誤差を用いてもよい。

第 9 図 (a) はウエハプロセスにおけるウエハマークの積算波形の例を示している。第 9 図 (b) は横軸にテンプレート有効範囲の中心 c をとり、縦軸にテンプレート有効範囲の幅 w を取った際のウインドウ間の計測値の分散の変化を表す

せされる。次に、ウエハ WF の観察しようとするショット SH のアライメントマークを投影レンズの下に位置に XY ステージ $XY S$ と干渉計 IFX 、 IFY の計測値に従って送り込み撮像装置 CM にて観察可能な位置に保持し、アライメントマークを観察し、計測パラメータの最適化を行い、最適なパラメータの組を不図示の CU 内の記憶装置に記憶する。このように、1 つのショット SH でパラメータを最適化することも可能であるが、より最適化の精度を上げるためにウエハ内の複数のショットでパラメータの最適化を行い、その平均の値を出力し、最終的なパラメータの組としてもよい。平均化の目的はウエハ内でのマーク位置に依存した特徴量の変化を除くためであり、その意味では複数のショットは、ウエハ内全域で均等にちらばった位置に選ぶことが望ましい。最適なパラメータの組はショットの左右のマーク WMR 、 WML 毎に決定しても良いし、左右の最適パラメータの平均を求めてもよい。次に同一ウエハをこの最適に決定されたパラメータの組を使

用して、アライメントしアライメントした位置に従ってステップアンドリピートで露光している。さらに計測したウエハと同じプロセス条件のウエハをアライメントする際には、前記CU内の記憶装置に記憶された最適なパラメータを参照することによりアライメントを行っている。

〔第2の実施例〕

第一の実施例では、アライメントマークの計測の精度を反映する特徴量としてマークの異なる部分の計測値の設計位置からの相対的なばらつきを利用して、本実施例では、アライメントマークの計測の精度を反映する特徴量として、マーク位置を観察位置でサーボフィードバックしたXYステージXYSで保持して、複数回計測し、その計測値のばらつきを特徴量としている。XYステージは高精度に位置決められているため、計測値のばらつきは定常ランダムなノイズの影響を受けていることが主な原因となっている。よってこの計測値のばらつきを計測の精度を反映する特徴量

第3図は撮像装置の画面上に結像された各マークの状態の説明図、

第4図(a)、(b)は理想的なマークの画像図およびマーク信号の説明図、

第5図(a)～(f)はマーク信号に対するテンプレートの各別の例とテンプレートマッチ度の説明図、

第6図(a)、(b)はマーク線幅の変化の説明図、

第7図はマーク計測パラメータの最適化部分の説明図、

第8図(a)、(b)はマークが回転している場合の計測位置ズレ量の変化の状態の説明図およびズレ量のグラフ、

第9図(a)、(b)および第10図(a)、(b)はマーク線幅とウインドウ間の計測ばらつきの関係を示す説明図である。

XY S : XYステージ、

W S : ウエハステージ、

として採用することが可能となっている。第一の実施例と同様に計測パラメータを変化させた時の複数回計測のばらつきの最小値を求め、その最小値を示すパラメータの組を最適なパラメータの組として決定している。これ以外の部分は第一の実施例と同様である。

〔発明の効果〕

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、アライメントマークの計測に関する計測パラメータを、計測の精度に関連した特徴量を参照し最適に決定することが可能となり、それにより、ウエハの各領域をステップアンドスキャンにより高精度にアライメントできる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係わるステップアンドリピートタイプの半導体製造用露光装置の一実施例の構成図、

第2図は本実施例のマーク検出部分の説明図、

W F : ウエハ、L N : 縮小投影レンズ、

R T : レチクル、S H T : シャッタ、

I L : 露光光源、

C U : コントロールユニット、

C S : コンソール、L S : レーザ光、

C M : カメラ。

特 許 出 願 人

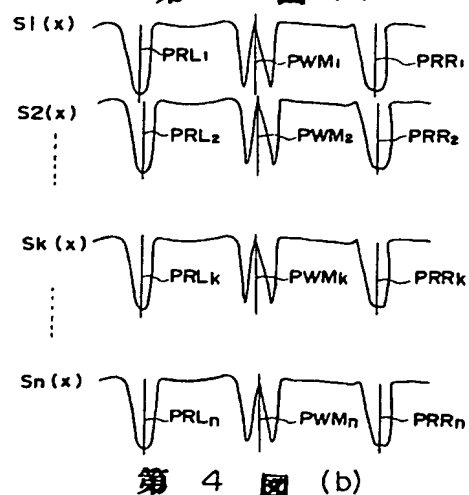
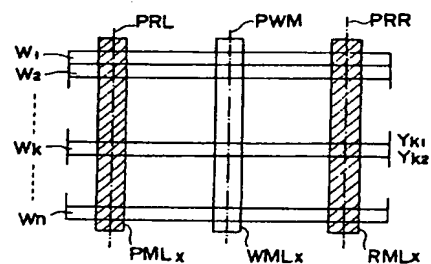
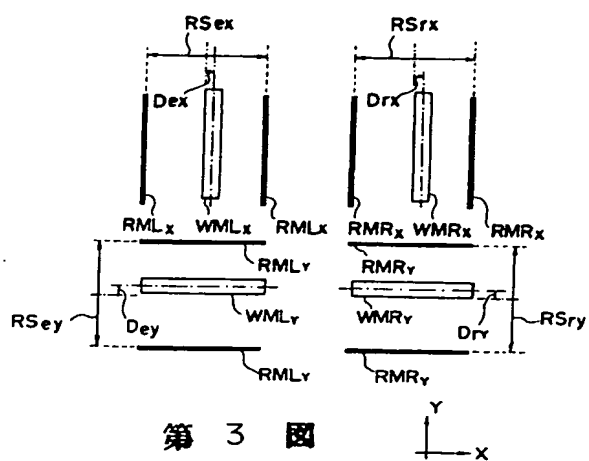
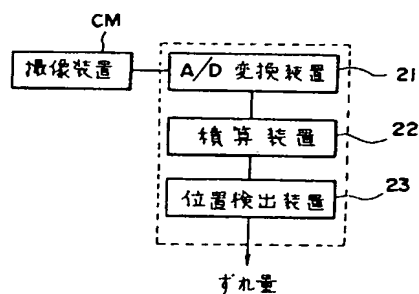
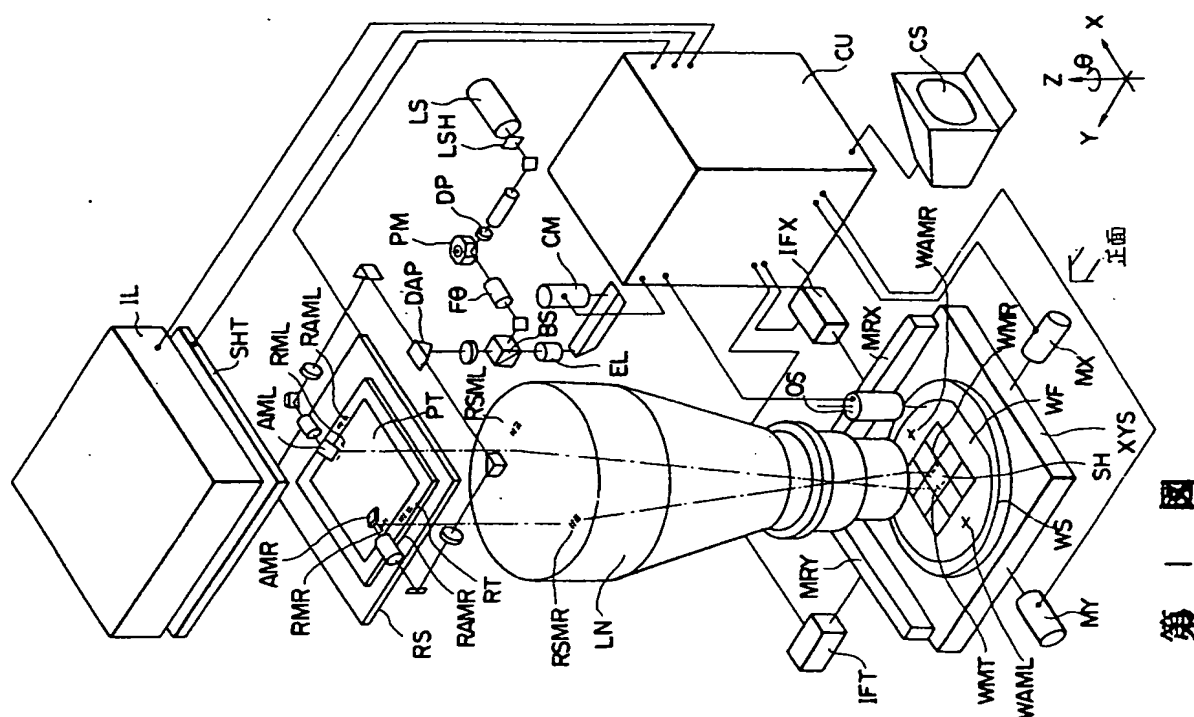
キヤノン株式会社

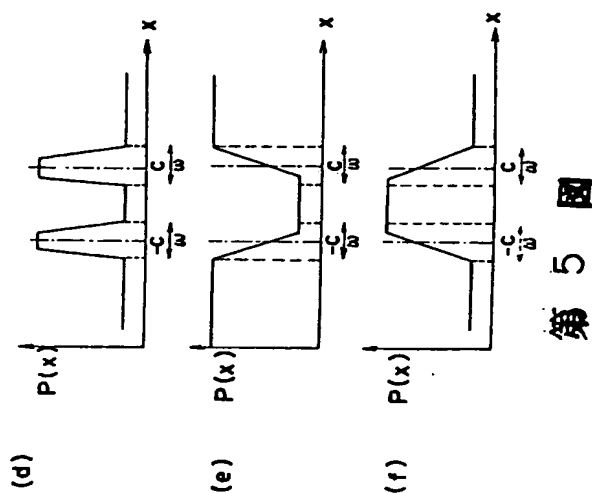
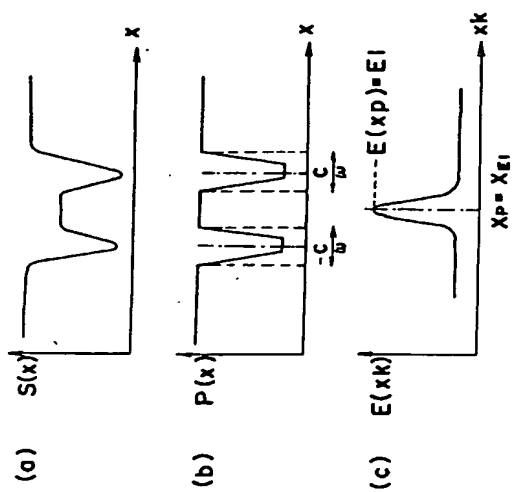
代理人 弁理士

伊 東 哲 也

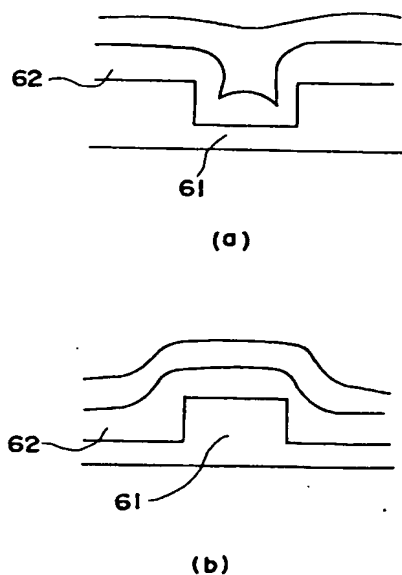
代理人 弁理士

伊 東 辰 雄

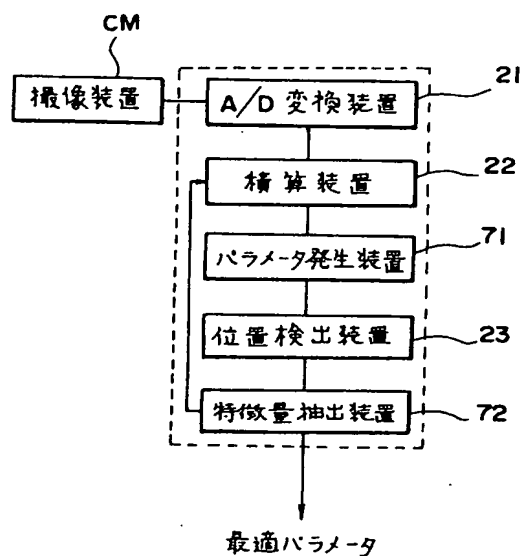




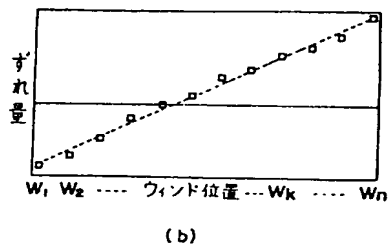
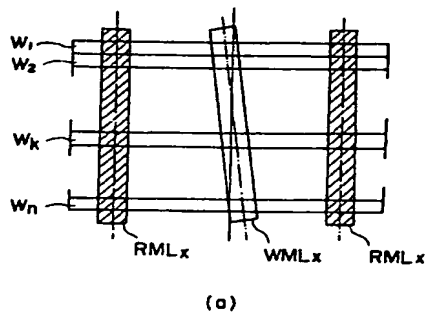
第 5 図



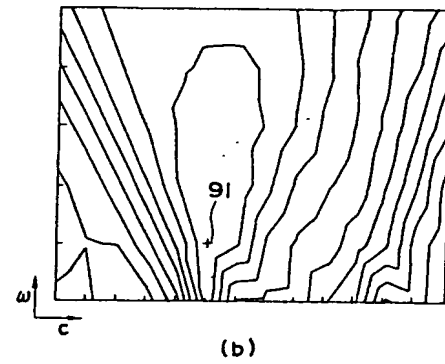
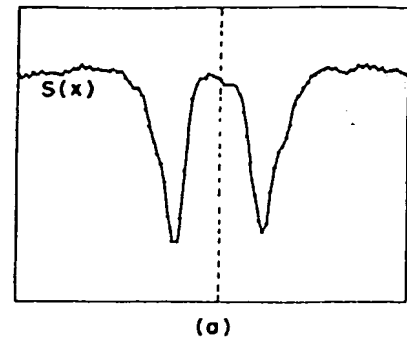
第 6 図



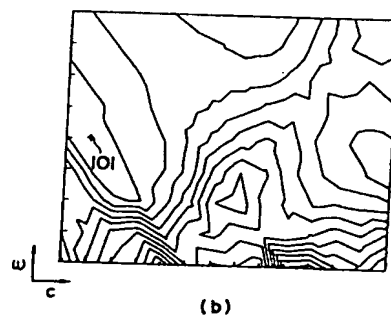
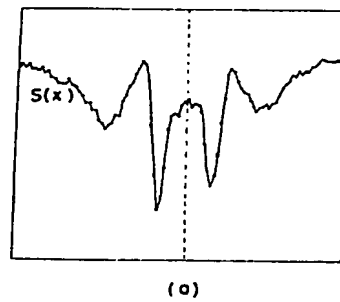
第 7 図



第 8 図



第 9 図



第 10 図